

Opinnäytetyö (AMK)

Kala- ja ympäristötalous

2017

Lauri Junnila

VALKOJALKAKATKAN  
(*LITOPENAEUS VANNAMEI*)  
SOVELTUVUUS  
VILJELYKÄYTTÖÖN  
SUOMESSA

Lauri Junnila

# VALKOJALKAKATKAN (LITOPENAEUS VANNAMEI) SOVELTUVUUS VILJELYKÄYTTÖÖN SUOMESSA

Katkarapujenkasvatus on muun muassa Kaukoidän kyseenalaisten menetelmien, kuten runsaan antibioottienkäytön ja ympäristön epäekologisen käytön seurauksena, herättänyt kiinnostusta Euroopassa kestävämmillä ja valvotummilla menetelmillä (Vincelli 2015). Kasvatus on jo nykyisellään saavuttanut useita Euroopan maita onnistuneesti ja kiertovesitekniikan sisältäviä katkarapulaitoksia on tulossa yhä lisää entistä pohjoisemmaksi.

Tässä opinnäytetyössä perehdyn kirjallisuuden avulla valkojalkakatkaan, *Litopenaeus vannamei*hin, onnistuneen viljelyn vedenlaatuvaatimuksiin sekä pohdin näiden vaatimusten toteuttamista Suomessa. Tavoitteena on katsaus, joka antaa näkökulmia ja raottaa ovea katkarapujen kasvatukselle olosuhteissamme.

Opinnäytetyön tuloksena totean, että kasvatus on Suomessa aivan mahdollista. Toteutus vaatii vain luovuutta muun muassa lämmönhallinnan sekä suolapitoisuuden säätämisen kanssa. Lisäksi tietotaitoa katkarapujen viljelystä tulee saada Suomeen lisää, jotta onnistunut kasvatus olisi mahdollista.

Tulevaisuudessa katkaravunviljelyä on toivottavasti tutkittu Suomessa myös käytännön olosuhteissa ja se on adaptoitu tänne onnistuneesti.

## ASIASANAT:

Vesiviljely, katkarapu, *Litopenaeus vannamei*

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fisheries and environmental science

2017 | 20

Lauri Junnila

# SUITABILITY OF WHITE-LEGGED SHRIMP (LITOPENAEUS VANNAMEI) FOR AQUACULTURE PRACTICES IN FINLAND

[Click here to enter text.](#)

Shrimp farming has grown interest in Europe since farming methods in Far East has been viewed as not ecological and for example the use of antibiotics has been excessive (Vincelli, M. 2015). Farming in Europe has already shown potential and is a growing business. There are more shrimp facilities year by year and also northern locations are possible.

This thesis takes a view on literature about farming of *Litopenaeus vannamei*, white-legged shrimp, and what kind of water quality requirements successful farming is made of. These requirements are compared to Finnish environment with a thought of how farming could be conducted in Finland. Goal of this thesis is to start discussion and give a view to possibilities of shrimp farming in Finland.

KEYWORDS:

Aquaculture, shrimp, *Litopenaeus vannamei*

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
1.1 Tavoitteet	6
1.2 Valkojalkakatka	6
<b>2 VALKOJALKAKATKAN VILJELY</b>	<b>8</b>
2.1 Laitostyyppinä	8
2.1.1 Ekstensiiviviljely	8
2.1.2 Semi-intensiiviviljely	8
2.1.3 Intensiiviviljely	9
2.1.4 Super-intensiiviviljely	9
2.2 Bioflokki	9
2.3 Vedenlaatu- ja muut vaatimukset	10
2.3.1 Vedenlaatuvaatimukset	10
2.3.2 Ruokavalio ja ruokinta	13
2.3.3 Taudit	15
<b>3 SOVELTAMINEN SUOMEEN</b>	<b>16</b>
<b>4 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>18</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>19</b>
<b>KUVAT</b>	
Kuva 1. Itämeren suolapitoisuus promilleissa	12

## TAULUKOT

Taulukko 1. Vedenlaadun raja-arvoja	11
Taulukko 2. Laatusormeja ja ruokintastandardeja valkojalkakatkaravun rehulle	14

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää *Litopenaeus vannamei* soveltuvuus viljelykäyttöön Suomessa. Tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan kyseisen lajin vaatimuksia ympäristönsä suhteen ja kykyä toteuttaa vaatimukset Suomen olosuhteissa liiketoiminnalle kannattavalla tavalla.

Katkaravun viljelyn kehittämiseksi Euroopassa ja myös Suomessa on kehittynyt painetta Kaukoidän tautiepidemioiden sekä epäeettisen ja -ekologisen vesiviljelyn seurauksena (Vincelli 2015). Viljelemällä katkarapuja Suomessa mahdollistettaisiin tarkasti valvottu sekä säännelty polku kasvatuksen alusta ruokapöytään asti.

## 1.2 Valkojalkakatka

*Litopenaeus vannamei* on trooppisten vesistöjen katkarapulaji, jonka luontaisena esiintymisalueena on Amerikan länsirannikko ulottuen Mexican Sonorasta Perun Tumbesiin asti. Sitä elää alueilla, joissa veden lämpötila säilyy vuoden ympäri pääsääntöisesti yli 20 celsiusasteisena. Se lisääntyy avomerellä aikuisten 30–45 g painoisten yksilöiden muniessa noin 100 000–250 000 läpimitaltaan 0,22 millimetrin kokoista munaa. (FAO 2015.)

Munat kuoriutuvat 16 tunnin kuluessa, ja kuoriutuneet toukkavaiheen poikaset kuluttavat ruskuaispussinsa loppuun, minkä jälkeen ne siirtyvät ruokailemaan kasvi- ja eläinplanktonilla. Toukkavaiheen jälkeen poikaset siirtyvät rannikolle estuaareihin, laguuneihin ja mangrovealueille aikuisvaiheeseen asti. Siellä ruokavalioon sisältyy detritus, madot, äyriäiset ja simpukat. Luonnossa aikuisvaiheen saavuttamiseen menee noin 6–7 kuukautta. Koiraat ovat silloin noin 20 g:n ja naaraat 28 g:n painoisia. (FAO 2015.)

Eri katkarapulajeja on viljelty Aasiassa jo vuosisatoja luonnonravintomenetelmillä (Rönnbäck). *Litopenaeus vannamei* onnistuttiin kuitenkin ensimmäisen kerran kudettamaan luonnollisten olosuhteiden ulkopuolella Floridassa 1973, jossa käytettiin luonnosta pyydystettyjä paritelleita naaraita. Myöhemmin sopivan ravinnon ja muun muassa silmävarrenpoistotekniikan kehittymisen myötä kaupallinen viljely alkoi Etelä- ja Keski-Amerikan

seudulla 1976. Viljely saavutti Hawaiiin ja Yhdysvaltojen muita osia 1980-luvun alussa. (FAO 2015.)

Tuotanto Etelä-Amerikassa on kasvanut 2004 vuoteen mennessä 270 000 tonniin huolimatta kylmempien vuosien tautiepidemioista. Myös Aasiassa tuotanto on ollut reilussa kasvussa, sillä vuonna 2004 sitä tuotettiin 1 116 000 tonnia, vaikka FAO:n tilastoissa vuonna 1999 siellä ei ollut yhtään *Litopenaeus vannamei* tuottavaa laitosta. Osassa maista ollaan kuitenkin varuillaan uusien kantojen tuomisesta viljelmille tautien pelossa ja niihin sallitaankin tuotavan vain SPF (specific pathogen free) tai SPR (specific pathogen resistant) kantoja. (FAO 2015.)

Viime vuosina yhä enemmän kiinnostusta ovat kuitenkin herättäneet uudet sisäkasvatusmenetelmät, joilla kasvatuksesta saadaan monella tapaa parempaa. Sisäkasvatuksessa niin tautiturvallisuus kuin päästötkin saadaan kuriin. Nämä melko vähän vettä kulltavat tekniikat tekevät kasvatuksen mahdolliseksi myös sisämaassa. Sisäkasvatusmenetelmistä tässä opinnäytetyössä perehdytään muun muassa bioflokkiin, joka nähdään mahdollisesti hyvänä vaihtoehtona perinteiselle viljelylle. (Emerenciano 2013.)

## 2 VALKOJALKAKATKAN VILJELY

### 2.1 Laitostyyppejä

Tässä luvussa tarkastellaan mahdollisesti Suomessa viljelykäyttöön soveltuvia laitos-tyyppejä ja samalla tehdään katsaus maailmalla yleisiin katkaravunviljelytekniikoihin sekä niiden toimintaan.

#### 2.1.1 Ekstensiiviviljely

Ekstensiiviviljely tarkoittaa katkarapujen kasvattamista ulkona lammissa, joissa niiden ruokavali koostuu luontaisesti lammessa esiintyvistä eliöistä. Ekstensiiviviljelyssä esiin-tyy harvoin tauteja, koska katkarapujen tiheys on melko pieni, yleensä 1–3 per neliömetri. Tämä tarkoittaa myös sitä, että saanto neliometriä kohden on pienehkö, 0,6–1,5 tonnia per hehtaari vuodessa. Ekstensiiviviljelyyn käytetään yleensä halpaa maata, esimerkiksi magrovealueita. Tämänkaltaisen viljelyn heikkoja puolia on erityisesti melko tehoton tuo-tanto ja alttius sään aiheuttamille vahingoille. (Rönnbäck 2001.) Ekstensiiviviljely Suo-men olosuhteissa on haastavaa, ellei mahdotonta, koska *Litopenaeus vannameis* kas-vatusveden lämpötila on optimaalisessa tilanteessa 31–32,5 astetta. (Lingenfelder 2013.)

#### 2.1.2 Semi-intensiiviviljely

Semi-intensiiviviljely on ekstensiiviviljelyyn verrattuna astetta enemmän ammattitaitoa vaativaa luonnonlammen kantokyvyn ylittävää viljelyä. Siinä katkarapujen kasvatusti-heys voi olla 3–10 kappaletta neliömetrillä ja kasvua tuetaan lisäruokinnalla. Lisäänty-neen hapenkulutuksen sekä aineenvaihduntatuotteiden takia lammessa tarvitaan ilmas-tusta sekä aktiivista vedenvaihtoa pumpuilla. Suuremman tiheyden takia riski epidemioi-den puhkeamiseen ja sadon menettämiseen on myös korkeampi. Poikastuotantoa jou-dutaan tukemaan erillisellä hautomolla, jolla taataan poikasten määrä. Semi-intensiivivil-jelyssä sadon voi odottaa tuottavan noin 3–6 tonnia per hehtaari vuodessa. (Rönnbäck 2001.) Semi-intensiiviviljelyn merkittävänä haasteena on Suomessa jo aiemmin mainittu korkea vaadittava lämpötila (Lingenfelder 2013), joka ei toteudu ilman erillistä lämmitystä.



### 2.1.3 Intensiiviviljely

Intensiiviviljelyssä menetelmien vaativuus on jo korkea luokkaa. Tämän tyyppinen kasvatusta vaatii jatkuvaa valvontaa vedenlaadun, rehun, hautomon, ilmastuksen sekä monen muun parametrin osalta. Katkaravut ovat tiheässä, 10–50 kappaletta neliometrillä, mikä kuluttaa happea ja tuottaa aineenvaihduntatuotteita jo reilusti. Vedenvaihdon tulee olla usein yli 30 prosenttia koko vesimassasta päivässä. Myös tautiriski on korkea. Mahdollinen tuotto on kuitenkin jopa 15 tonnia per hehtaari vuodessa. (Rönnbäck 2001.)

### 2.1.4 Super-intensiiviviljely

Super-intensiiviviljely on ajoittain erotettu intensiiviviljelystä huomattavasti suurempien tiheyksien johdosta. Rapuja on erittäin valvotuissa olosuhteissa saatu tuotettua yli 8 kiloa kuutiometriä vettä kohden (Lingenfelder 2013). Tämä tarkoittaa useita satoja yksilöitä kuutiometrillä, kun lopullinen massa rapua kohden on 20 gramman tuntumassa (Krummenauer 2011).

## 2.2 Bioflokki

Bioflokki on intensiivinen kiertovesikasvatusmenetelmä, jossa vesielioille haitallisten typiyhdisteiden, kuten ammoniakkin ja nitriitin, määrää kontrolloidaan eri tavalla kuin perinteisessä kiertovesiviljelyssä. Siinä vettä ei kierrätetä erillisen hapellisen biosuodattimen kautta, jossa ammoniakki muuttuu nitrifikaatiobakteerien toimesta nitriitiksi ja sitä kautta nitraatiksi, vaan bakteerikantaa pidetään yllä tehokkaasti koko vesimassassa. Silloin veteen muodostuu tekniikan nimeä kantavia bioflokkeja, jotka muodostuvat levistä ja eri bakteereista. (Serra 2015; Taw 2014.)

Bioflokkin muodostuminen on kuitenkin kiinni olosuhteista, joita pidetään keinotekoisesti yllä lisäämällä veteen rehun sekä rapujen aineenvaihduntatuotteiden lisäksi ylimääräisiä hiiliyhdisteitä bakteerien kasvun ja määrän takaamiseksi. Tällaisia yhdisteitä ovat useasti sokeriyhdisteet, kuten melassi tai ruokosokeri. Ammoniumin ja nitriitin määrän noustessa tehostetaan bakteereja ylimääräisellä sokerin sisältämällä hiilellä. (Emerenciano 2013.)

Runsas biomassa vedessä tekee siitä sakeaa, ja niin liuenneen kuin liukenemattoman kiintoaineen määrät kasvavat runsaasti. Bioflokki-tekniikassa tärkeää onkin ammonium- ja nitriittitasojen seuraamisen lisäksi pitää voimakkaasti kasvava kiintoaineen määrä ravuille siedettävissä rajoissa. Suositettu keino tähän on esimerkiksi suolaisessa vedessä hyvin toimiva proteiininvaahdottaja, jolla kuollutta bakteerimassaa sekä muita proteiiniyhdisteitä saa pois vedestä. (Emerenciano 2013.)

Bioflokki- kasvua hallitaan myös kannan ruokkimisen ja harventamisen lisäksi valon määrällä, jolla säädetään niiden koostumusta hetero- ja autotrofisuuden välillä. Runsaammalla veteen päätyvällä valolla autotrofisuus lisääntyy, jolloin flokit ovat selvästi vihreitä ja vesi vihertävää. Tämä indikoi suurempaa levän määrää vedessä. Autotrofisessa menetelmässä erityisinä haasteina ovat kuitenkin yhteyttämisestä johtuvat pH:n muutokset sekä riittämätön kyky muuntaa typpiyhdisteitä ravuille vaarattomampaan muotoon. Autotrofisen menetelmä on myös epävakampi, koska se on riippuvainen valon voimakkuudesta. Heterotrofisessa menetelmässä valon määrää rajoitetaan huomattavasti, jolloin levän kasvu estyy ja vedessä vallalla ovat heterotrofiset nitrifikaatiobakteerit. (Emerenciano 2013.) Veden sekä flokkien väri ovat selvästi ruskeita. Tämän tyyppinen rajoitetussa valossa, jopa pimeässä, kasvatusta on mahdollista, koska on todettu, että *Litopenaeus vannamei* ei nuoruus- ja aikuisvaiheessaan tarvitse valoa elääkseen taikka kasvaakseen. (Baloi 2013.)

## 2.3 Vedenlaatu- ja muut vaatimukset

### 2.3.1 Vedenlaatuvaatimukset

*Litopenaeus vannamei*in vedenlaatuvaatimuksista on tehty ja tehdään lukuisia tutkimuksia. Oheisessa taulukossa on esitetty yleisimpiä merkittäviä kasvatukseen liittyviä arvoja (Taulukko 1). Taulukosta voi havaita, että aiemmin mainittu 31–32,5 C optimaalinen lämpötila ei ole yksiselitteisesti paikaansa pitävä (Taulukko 1) (Lingenfelter 2013). On otettava kuitenkin huomioon, että näissä kahdessa lähteessä on eri kasvatustekniikka. Toisessa katkarapuja kasvatettiin kirrkaassa vedessä ja toisessa bioflokki -tekniikalla. Tärkeämpää on kuitenkin asteen tarkkuudella veden lämpötilan säätämiseen sijaan pitää se vakaana, jotta ravut vaihtolämpöisinä välttävät ylimääräisen stressin. (Lingenfelter 2013; Rönnbäck 2001.)

Taulukko 1. Vedenlaadun raja-arvoja. (Rode 2014).

Parametri	Määrä	Ohjeita
Lämpötila	28 C	Liian pienillä lämpötiloilla kasvu on hidasta, liian suurilla stressi lisääntyy
Suolapitoisuus	Yli 10 g/l	Sietoisuusrahat 4-35 g/l, mutta korkeampi suolapitoisuus lisää kykyä puskuroida muita vedenlaadun arvoja
Happi	Yli 5 mg/l	Korkeampi happipitoisuus vähentää stressiä
Alkaliniteetti	Yli 160 mg/l	Ehkäisee pH:n suuria vaihteluita
pH	7,5	Mieluusti yli 7,0. On yhteydessä alkaliniteetin kanssa
Ionisoitumaton ammoniakki	0,03 mg/l	Ammoniakin myrkyllinen muoto. Osuus kokonaisammoniakista vaihtelee pH:n, alkaliniteetin, suolapitoisuuden ja lämpötilan suhteen.
Nitriitti	Alle 5-25 mg/l	Raja-arvo muuttuu suolapitoisuuden mukaan.
Nitraatti	Alle 150 mg/l	Korkeammat arvot stressaavat.
Kokonaiskiintoaine	400-500 mg/l	Liiallinen määrä ärsyttää kiduksia.

Optimaalinen suolapitoisuus *Litopenaeus vannameille* on noin 3 prosenttia, joka taulukonkin mukaan auttaa sietämään muista vedenlaatuarvoista johtuvia stressitekijöitä. Tämä on kuitenkin vaikeaa toteuttaa Suomen olosuhteissa. Olisi keinotekoisesti lisättävä balansoitua akvaariosuolaa, taikka väkevöitettävä Itämeren vettä, jotta riittävä suolapitoisuus olisi saavutettavissa. Kumpikin menetelmä on hyvin kallis ja tekee liiketoiminnasta melko varmasti tuottamatonta. *Litopenaeus vannamein* on kuitenkin todettu nuoruvaiheessa kasvavan hyvin jopa puolen prosentin suolapitoisuudessa ja selviytyvän alle promillen pitoisuuksissa (Laramore ym. 2001). Tämä on loogista luontaista käyttäytymistäkin seurattessa, jossa kasvuvaihe on mahdollisesti matalamman suolapitoisuuden estuaareissa ja laguuneissa (FAO 2015).



Kuva 1. Itämeren suolapitoisuus promilleissa (Sjöqvist ym. 2015).

Itämerellä puolestaan suolapitoisuus on luontaisesti suurimmassa osassa Suomen rannikkoa 0,5 prosenttia tai hieman korkeampi (kuva 1; Sjöqvist ym. 2015). Tämän perusteella kasvatusta on mahdollista myös suoraan Itämerestä otetussa vedessä ilman erillisen suolan lisäämistä.

Hapen määrä vedessä on mieluusti pidettävä yli 5 mg/l (kuva 1), jotta ylimääräiseltä rapujen stressaamiselta vältyttäisiin. Hapenkulutuksessa isoja tekijöitä ovat rapujen tiheys vedessä sekä erityisesti bioflokissa myös bakteerikannan toiminta ja koko muun muassa nitrifikaatiossa. Siksi riittävän hapen saturaaion ylläpitämiseksi etenkin paljon happea kuluttavissa bioflokkijärjestelmissä on vettä ilmastettava runsaasti. Tiheyden kasvaessa voidaan käyttää myös veden hapettamista puhtaalla hapella. (Emerenciano ym. 2013.) Absoluuttista milligrammaa litrassa lukemaa katsoessa pitää ottaa kuitenkin huomioon veden kyky sitoa happea eri lämpötiloissa ja suolapitoisuuksissa. Muun muassa 18 promillen suolapitoisuudessa ja 30 °C lämpötilassa vesi saavuttaa 100 prosentin

happisaturaation jo 7,19 mg/l kohdalla. Vaatimus siis vähintään 5 mg/l pitoisuudesta stressin välttämiseksi on saturaationa 70 prosentin luokkaa. (YSI 2017.)

Alkaliniteetti ja pH kulkevat käsi kädessä, kuten kaaviossakin mainitaan (kuva 1). Tähän vaikuttaa veden suolapitoisuus, joka nostaa alkaliniteettia ja normaalin meriveden pH vaihtelee 7,4:n ja 8,4:n välillä riippuen suolaisuudesta (Chester 2012). Suola itsessään puskuroi pH:n voimakkaita vaihteluita nostamalla alkaliniteettia (Rode 2014). Vaatimus 7,5 pH:sta on siis vaatimus veden luontaisen ominaisuuden säilyttämisestä, eikä vaadi erityistoimenpiteitä sen korottamiseen.

Typpiyhdisteet ammoniakki, nitriitti ja nitraatti ovat kaikenlaisessa kiertovesikasvatuksessa esillä, ja niiden määrä kasvaa ruokinnan sekä näin myös katkarapujen aineenvaihduntatuotteiden lisääntyessä. Bioflokki-menetelmän ydin itsessään on keino hallita juuri näitä yhdisteitä ja taata myös ylimääräisestä tyypestä osittain ravintoa. Nitrifikaation toimiessa oikein vähiten siedetyn ammoniakin sekä myös nitriitin määrä pysyy raja-arvoissa ja se muutetaan nitraatiksi. Sama periaate toimii kirkasvesikasvatuksessa, mutta vaikkapa suljetummassa bioreaktorissa, eikä bioflokkin tapaan yhtä voimakkaasti koko vesimassassa. (Emerenciano ym. 2013.)

### 2.3.2 Ruokavalio ja ruokinta

Ruokinta on erittäin tärkeä osa onnistunutta katkaravunkasvatusta, joka epäonnistuaan vaikuttaa todella moneen kasvatuksen osa-alueeseen. Oikea ruokinta pitää rapujen kasvun tasaisen nopeana, vedenlaadun kunnossa sekä taudit loitolla. Ruokinta on myös yksi suurimmista kulueristä kasvatukseen liittyen, jolloin ruokintakertoimen pitäminen optimaalisena on taloudellisesti kannattavaa ja merkittävää. (Hung ja Quy 2013.)

*Litopenaeus vannameille* syötetään pääasiassa rehupellettiä, vaikka pienempiä rehu-kokoja kutsutaan myös muruiksi/rakeiksi (crumble) tai jauhoksi pienen raekokonsa vuoksi. *Litopenaeus vannamei* on verrattain tarkka ruokansa koosta sekä mausta ja siitäkin huolimatta saattaa valita vain tiettyjä rakeita taikka osia niistä. (Hung ja Quy 2013.)

Taulukko 2. Laatu- ja ruokintastandardeja valkojalkakatkaravun rehulle (Hung ja Quy 2013).

Laatu- ja ruokintastandardeja valkojalkakatkaravulle									
Kehitystaso	Rehun laatu	Rehun koko	Sulavaa proteiinia ei vähempää kuin (%)	Raakaravua ei vähemmän kuin (%)	Kuitua ei enemmän kuin (%)	Kosteusprosentti	Lysiini (%)	Metioniini (%)	Kalsium/fosfori-suhde
Zoea – Mysis	Jauhe	250 µm	40	6-8	3	10	2	0,9	1,0-1,5/1
PL1-PL15	Jauhe/muru	250 µm-0,5 mm	40	6-8	3	10	1,9	0,8	1,0-1,5/1
Nuori (1,2-2,5 cm)	Muru	0,4-0,8 mm	38	5-7	3	11	1,8	0,8	1,0-1,5/1
Nuori (2,5-3,5 cm)	Muru	0,7-1,68 mm	38	5-7	4	11	1,8	0,8	1,0-1,5/1
1-3 g katkarapu	Muru/pelletti	1,4-2,2 mm	38	5-7	4	11	1,7	0,7	1,0-1,5/1
3-12 g katkarapu	Pelletti	1,5-2,3 mm	36	4-6	4	11	1,6	0,7	1,0-1,5/1
12-25 g katkarapu	Pelletti	1,8-2,4 mm	34	4-6	4	11	1,5	0,7	1,0-1,5/1
Yli 25 g katkarapu	Pelletti	2,2-2,6 mm	32	4-6	4	11	1,5	0,7	1,0-1,5/1
PL = Poikasvaiheen ylittänyt katkarapu	Zoea ja Mysis = Eri vaiheita toukkavaiheessa								

Taulukosta näkee (taulukko 2), että *Litopenaeus vannamein* aivan toukkavaiheiden pienimmästä rehukoosta 0,25 millimetriä siirrytään lopulta yli kahden millimetrin rakeisiin liukuvasti monen eri rehuun kautta. Muutoksia tapahtuu melko nopeasti, ottaen huomioon ravun kasvatuksen juuri toukkavaiheen ylittäneestä poikasesta 20 gramman kokoon kestävä noin 4 kuukautta. (FAO 2015.)

Suosittelun ruokintakertojen määrä päivässä on vaihteleva, mutta esimerkiksi intensiiviviljelyssä lammikoissa käytetään noin 2-3 kertaa päivässä. Tässä on kuitenkin huomiotava rapujen olevan yli 20 päivää toukkavaiheen jälkeen kasvaneita, joka eroaa vielä nuorempien ruokinnasta. (Hung ja Quy 2013.) Samalla lammikko-olosuhteet poikkeavat kiertovesiviljelyssä altaissa kasvatettujen rapujen olosuhteista, jolloin suoria johtopäätöksiä vastaavista ruokintatiheyksistä ei voida tehdä.

Bioflokkijärjestelmässä, joka on ehdottomasti kiertovesijärjestelmänä tarkemmin valvottavissa kuin lammikkokasvatus, itse bioflokkit ovat katkarapujen saatavilla ympäri vuorokauden ja niitä kasvaa kokoajan lisää. (Kuhn 2010.) Ruokintaa voidaan myös kiertovesikasvatuksessa säätää tarkemmin laitos- ja tilannekohtaisesti tarpeisiin. Laiduntavana eläimenä ruokaa on hyvä olla katkaravulle tarjolla lähes kokoajan. Ruokintatiheys määrittyykin helposti käytännöllisistä syistä, kuten käytetystä ruokintatavasta tai kyvystä seurata ruoan kulumista. (Hung ja Quy 2013.)

### 2.3.3 Taudit

Katkaravunkasvatukseen on runsaasti saatavilla tautitietoa, koska kyseessä on taloudellisesti erittäin merkittävä tekijä. Tautiepidemioiden puhkeamiset voivat nopeasti viedä varautumattomalta sata prosenttia sadosta ja myös tuoda merkittäviä haasteita seuraaville sadoille. Huolehtimattomuus taudeista vaarantaa mahdollisesti myös muut laitokset, jollei niitä osata käsitellä oikealla tapaa. (Gunalan ym. 2014.)

*Litopenaeus vannameilla* tunnetaan niin bakteeri-, virus- kuin lois- ja sienitauteja. (Johnson 1995). Virustaudit ovat etenkin Kaukoidässä huomion kohteena, koska niitä ei voi antibioottien käytöllä hoitaa ja niistä ei pääse eroon bakteeritautien tavalla. (Gunalan ym. 2014.)

### 3 SOVELTAMINEN SUOMEEN

Suomessa *Litopenaeus vannamein* kasvattaminen onnistuneesti vaatii luonnollisesti samojen perusvaatimusten täyttymistä kuin edellisissä kappaleissa on käsitelty. Laitoksen tulee kyetä tarjoamaan katkaravun kasvulle ihanteelliset olosuhteet. Näihin lukeutuu lukuisia vedenlaadullisia sekä muita vaatimuksia. Veden tulee sisältää riittävä määrä ja oikea koostumus mineraaleja, oltava lämpötilaltaan oikeanlaista, sekä tautivapaata. Myös rehu tulee olla oikeanlaista. Lisäksi kasvatuksen tietotaito tulee voida tuoda Suomeen, jotta paikallinen osaaminen kasvatuksen suhteen mahdollistaisi onnistuneen sekä kestävä tuotannon.

Suomessa mahdollisesti merkittävimpana erona Kaukoidän kasvatukseen on lämpötilaero. Siellä *Litopenaeus vannamein* kasvattaminen on mahdollista ulkona luonnonravintolammikoissakin, koska veden luontainen lämpötila on riittävä. Suomessa veden lämpötila ei nouse koskaan riittävään +30 °C lämpötilaan luontaisesti ilman lisälämmitystä. Veden ominaislämpökapasiteetin ollessa verrattain suuri, vaatii lämmitys reilusti energiaa. Esimerkkinä +4 °C meriveden, kuten se talvella on pohjasta otettuna, lämmittäminen +30 °C lämpötilaan vaatii noin 30 kWh. Esimerkiksi kevytöljystä saatavan energian hinnan ollessa 0,100e/kWh, tulisi yhden kuution vesimassan lämmittäminen maksamaan 3 euroa (HT Enerco 2017). Viljelylaitoksessa, jossa korvausvettä tulee 0,26 % altaaseen saapuvasta vedestä ja joka on tutkimuksen mukaan vähäinen vaihdon määrä. Kierron tapahtuessa kerran 25 minuutissa, koko päivän aikana vettä vaihdetaan noin 15 % koko vesimassasta (Good ym. 2009). Tämä tarkoittaa 1000 kuution laitoksessa 150 kuutiota vettä. Päivittäinen kulu hyvin vähäisestäkin vedenvaihdosta on siis esimerkiksi kevytöljyllä lämmitettynä ( $3 \text{ e/m}^3 \cdot 150 \text{ m}^3$ ) yli 450 euroa. Tällä kaavalla, jossa oletetaan hyvin pienen vedenvaihdon onnistuvan, vuotuinen lämmityskulu tulee olemaan jo yli 164 000 euroa. Toki on otettava huomioon meriveden luonnollinen lämpeneminen kesäisin 10-15 asteeseen. Tärkeämpää on kuitenkin huomioida lämmityksen olevan iso kuluerä. Lisäksi laskuissa ei ole otettu huomioon haihtumisen sekä lämmön ylläpitämiseen liittyvää energiankulutusta, joka on myös oma tekijänsä lisäämään lämmitykseen liittyviä kuluja.

On siis lyhyellä laskennalla pääteltävissä, että *Litopenaeus vannamein* kasvatukseen vaaditaan Suomen kylmissä olosuhteissa energiatehokas ja erittäin vesipihi laitos.

Koostumukseltaan Itämeren vesi itsessään on yhtä kelvollista kasvatukseen, kuten suolapitoisempikin merivesi, koska se sisältää aivan saman mineraalikoostumuksen kuin



valtamereinkin. (Anthoni 2000, 2006). Tärkeää on vain huomioida matalamman suolapitoisuuden vaikutus kasvunopeuteen sekä sen stressaava vaikutus, koska katkarapu joutuu pitämään yllä osmoosia vastaan hemolymfassa keinotekoisesti hieman ympäröivää vettä väkevämpää suolapitoisuutta. Tämä ei kuitenkaan ole este kasvatuksen onnistumiselle (Rode 2014.)

Tautien hallinta sekä ruokinta kiertovesijärjestelmässä, joka tässä tapauksessa muun muassa lämmönhallintasyistä on ainut järkevä vaihtoehto kasvatukseen Suomessa, on itseasiassa helpompaa kuin vastaavasti lammikkokasvatuksessa, joissa ulkoisia tekijöitä pääsee vaikuttamaan veteen todennäköisemmin. Lämmön kannalta esimerkiksi hukkalämmön hyödyntäminen teollisuuslaitoksien lauhde- sekä prosessivesistä voisi olla yksi keino ratkaista suuri lämpimän veden tarve.

*Litopenaeus vannamein* kasvattaminen Suomessa on siis tämän perusteella täysin mahdollista, joskin vaatii kannattaakseen energiatehokkaan laitoksen sekä runsaasti tietotaitoa sopivien olosuhteiden ylläpitämiseen. Kiertovesilaitoksen vedenvaihdon minimoiminen vaatii kykyä tarkkailla ja hallita vedenlaatua aktiivisesti. Tämä tarkoittaa myös uusimman teknologian hyödyntämistä osaavasti.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

*Litopenaeus vannamei* kasvataminen Suomessa on tämän katsauksen perusteella täysin mahdollista, joskin vaatii vielä laajalti kehitys- ja suunnittelutyötä. Erityisinä painopisteinä pitäisin asiantuntevan ammattilaisjoukon kouluttamista kehitys- sekä kasvatustyöhön ja energiateknisten ratkaisuiden löytämistä runsaan lämpimänveden käyttöön taloudellisin keinoin. Mahdollisesti yhteistyö energiatekniikan asiantuntijoiden sekä vesiviljelijöiden välillä voisi tuoda hyviä tuloksia.

Tutkimustyötä voi jatkossa kuitenkin tehdä pienillä kasvatuserillä keskittyen kasvatuksen eri osa-alueisiin, vaikka saatavilla ei olisikaan taloudellisesti kannattavinta energiaa. Moniin erilaisiin poikkeus- ja ongelmatilanteisiin tulee kehittää toimintamallit jo hyvissä ajoin ennen tuotannon laajentamista isompaan mittakaavaan.

Nopeasti kasvavien katkarapujen kasvatusta on joka tapauksessa kehittymässä kohti yleistymistä koko Euroopassa ja tähän kehitykseen on hyvä mahdollisuus nyt hypätä mukaan.

# LÄHTEET

Anthoni, J. 2000, 2006. The chemical composition of seawater. Viitattu 23.10.2017.

Baloi, M. Arantes, R. Schweitzer, R. Magnotti, C. Vinatea, L. 2013. Performance of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* raised in biofloc systems with varying levels of light exposure. *Aquacultural Engineering* Volume 52.

Emerenciano, M. Gaxiola, G. Cuzon, G. 2013. Biofloc technology (BFT): A review for aquaculture application and animal food industry. *InTech*.

FAO 2015. *Penaeus Vannamei*. Viitattu 20.9.2015. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus\\_vannamei/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/en)

Good, C. Davidson, J. Welsh, C. Brazil, B. Snekvik, K. Summerfelt, S. 2009. The impact of water exchange rate on the health and performance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in water recirculation aquaculture systems. *Aquaculture*. Volume 294. Pp. 80–85.

Gunalan, B. Soundarapandian, P. Anand, T. Kotiya Anil S. Simon, N. 2014. Disease occurrence in *Litopenaeus vannamei* shrimp culture systems in different geographical regions of India. *International journal of aquaculture*, 2014, vol.4, No. 4.

HT ENERCO 2017. Polttoainevertailu. Viitattu 23.10.2017. <http://www.htenerco.fi/fi/bioenergialammitys/polttoainevertailu>.

Hung, L.T. ja Quy O.M. 2013. On farm feeding and feed management in white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming in Viet Nam. *FAO Fisheries and aquaculture technical paper* No.583. Rome, FAO. pp. 337-357.

Johnson, S.K. 1995. *Handbook of shrimp diseases*. Department of wildlife and fisheries sciences. Texas A&M university.

Krummenauer, D. Peixoto, S. Cavalli, R. Poersch, L. Wasiliesky, W. 2011. Super Intensive culture of white shrimp, *Litopenaeus Vannamei*, in a biofloc technology system in southern Brazil at different stocking densities. *Brazil: Universidade Federal do Rio Grande*

Kuhn, David D. 2010. Biofloc: Novel sustainable ingredient for shrimp feed. *Global aquaculture advocate* May/June 2010 pp. 71-72.

Laramore, S. Laramore, C. Scarpa, J. 2001. Effect of low salinity on growth and survival of postlarvae and juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the world aquaculture society*. 32(4), s.385-392.

Lingenfelter, A. 2013. *Standard operating procedure manual for the shallow water super intensive stacked raceway system for shrimp production at the Texas agrilife mariculture research laboratory, Port Aransas, Texas*. Texas: Texas A&M University – Corpus Christi

Rode, R. 2014. *Marine Shrimp Biofloc Systems: Basic Management Practices*. Department of Forestry and Natural Resources, Purdue University. <https://mdc.itap.purdue.edu/item.asp?itemID=21751>

Rönnbäck, P. 2001. *Shrimp aquaculture – State of the art*. Swedish EIA Centre, Report 1. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Uppsala.

Serra, F. Gaona, C. Furtado, P. Wasiliesky, W. 2015. *Use of different carbon sources for the biofloc system adopted during the nursery and grow-out culture of Litopenaeus vannamei*. Switzerland: Springer international publishing Switzerland.

Sjöqvist C, Godhe, A, Jonsson, P.R, Sundqvist, L, Kremp, A. 2015. Local adaptation and oceanographic connectivity patterns explain genetic differentiation of a marine diatom across the North Sea – Baltic Sea salinity gradient. *Molecular Ecology*.

Taw, N. 2014. Shrimp farming in biofloc system: review and recent developments. *Adelaine*.

Vincelli, M. 2015. The Impacts of Shrimp Farming On Mangrove Forests. *Environmental Policy Thesis*. University of Sacramento.

YSI 2017. Oxygen solubility table. Viitattu 10.10.2017. Saatavissa:  
<https://www.ysi.com/File%20Library/Documents/Technical%20Notes/DO-Oxygen-Solubility-Table.pdf>